

DERWENT-ACC-NO: 2002-548597

DERWENT-WEEK: 200627

COPYRIGHT 2007 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Sheet type heat treating device and method for processing semiconductors

INVENTOR: LI, Y; SHA, L ; SHAO, S

PATENT-ASSIGNEE: TOKYO ELECTRON LTD[TKEL] , LI Y[LIYYI], SHA
L[SHALI], SHAO
S[SHAOI]

PRIORITY-DATA: 2001JP-0013832 (January 22, 2001)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE
PAGES MAIN-IPC		
US 7029505 B2	April 18, 2006	N/A
000 H01L 021/00		
WO 200261818 A1	August 8, 2002	J
040 H01L 021/31		
JP 2002217183 A	August 2, 2002	N/A
010 H01L 021/31		
KR 2003074671 A	September 19, 2003	N/A
000 H01L 021/324		
US 20050260835 A1	November 24, 2005	N/A
000 H01L 021/477		

DESIGNATED-STATES: KR US

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO
APPL-DATE		
US 7029505B2	N/A	2001WO-JP10331
November 27, 2001		
US 7029505B2	N/A	2003US-0466113
December 8, 2003		
US 7029505B2	Based on	WO 200261818
N/A		
WO 200261818A1	N/A	2001WO-JP10331
November 27, 2001		
JP2002217183A	N/A	2001JP-0013832
January 22, 2001		
KR2003074671A	N/A	2003KR-0708430
June 20, 2003		

US20050260835A1 N/A 2001WO-JP10331
November 27, 2001
US20050260835A1 N/A 2003US-0466113
December 8, 2003

INT-CL (IPC): C23C016/44, C23C016/56 , F27B005/04 , F27B005/06 ,
F27B005/13 , F27B005/14 , F27B005/16 , H01L021/00 , H01L021/26 ,
H01L021/31 , H01L021/316 , H01L021/324 , H01L021/477

ABSTRACTED-PUB-NO: WO 200261818A

BASIC-ABSTRACT:

NOVELTY - A sheet type heat treating device (2) comprising a processing chamber (5) for receiving a board (W) to be processed, with a shower head (10) disposed on the ceiling thereof. In applying a semiconductor processing to the board, a support member (28) supporting the board is so disposed as to be opposed to the shower head. A heater lamp (30) is disposed below the support member to heat the board by emitting light. The support member and heater lamp are integrally lifted and lowered with respect to the shower head by a lifting and lowering mechanism (20).

DETAILED DESCRIPTION - The lifting and lowering mechanism sets the distance between the shower head and the heating lamp at different values corresponding to different processing temperatures so that the temperature change of the lower surface of the shower head is within a predetermined range.

USE - Sheet type heat treating device and method for processing semiconductors

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - Heat treating device 2

Processing chamber 5

Board W

Shower head 10

Support member 28

Heater lamp 30

Lowering mechanism 20

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/7

TITLE-TERMS: SHEET TYPE HEAT TREAT DEVICE METHOD PROCESS
SEMICONDUCTOR

DERWENT-CLASS: U11 X25

EPI-CODES: U11-C05B7; X25-B;

SECONDARY-ACC-NO:

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N2002-434375

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-217183

(P2002-217183A)

(43) 公開日 平成14年8月2日 (2002.8.2)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	デマコト ⁷ (参考)		
H 0 1 L	21/31	H 0 1 L	21/31	B	4 K 0 3 0
C 2 3 C	16/44	C 2 3 C	16/44	G	4 K 0 6 1
	16/56		16/56		5 F 0 4 5
F 2 7 B	5/04	F 2 7 B	5/04		5 F 0 5 8
	5/06		5/06		
審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 10 頁) 最終頁に続く					

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-13832(P2001-13832)

(22) 出願日 平成13年1月22日 (2001.1.22)

(71) 出願人 000219967

東京エレクトロン株式会社

東京都港区赤坂5丁目3番6号

(72) 発明者 謝 林

東京都港区赤坂5丁目3番6号 TBS放送センター東京エレクトロン株式会社内

(72) 発明者 李 一成

東京都港区赤坂5丁目3番6号 TBS放送センター東京エレクトロン株式会社内

(74) 代理人 100090125

弁理士 浅井 章弘

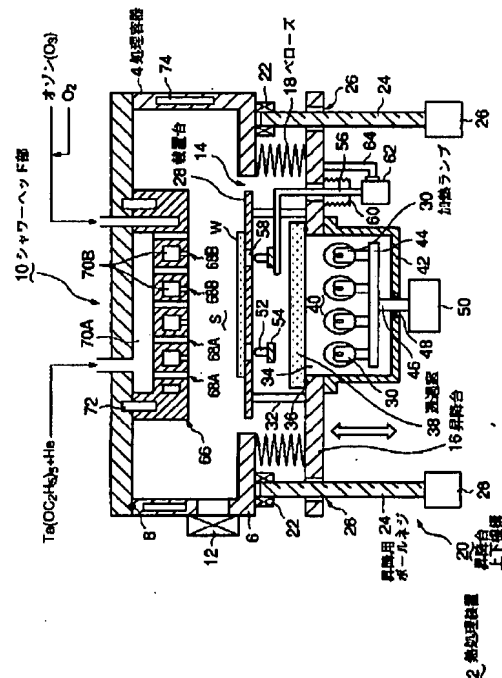
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 熱処理装置と熱処理方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 シャワーヘッド部の温度変化を抑制したまま異なるプロセス温度で被処理体に対して異なる熱処理を施すことが可能な熱処理装置を提供する。

【解決手段】 熱処理装置において、真空引き可能な底部開口14を有する処理容器4と、前記処理容器の天井部に設けられて前記処理容器内に所定の処理ガスを導入するシャワーヘッド部10と、前記底部開口に対して気密に昇降可能に設けられた昇降台16と、処理すべき被処理体を載置するために前記昇降台により前記処理容器内側に支持された載置台28と、前記昇降台に形成した開口に気密に設けた透過窓38と、前記昇降台に支持されると共に前記昇降台の下方に配置されて、放射した熱線を前記透過窓38を介して前記載置台の裏面に照射する加熱ランプ30と、前記昇降台の上下移動を行う昇降台上下機構20とを備える。これにより、被処理体を加熱する加熱ランプと被処理体と載置台とを一体的に上下動可能とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 真空引き可能になされて底部に大口径の底部開口を有する処理容器と、前記処理容器の天井部に設けられて前記処理容器内に所定の処理ガスを導入するシャワーヘッド部と、前記底部開口に対して気密に昇降可能に設けられた昇降台と、処理すべき被処理体を載置するために前記昇降台により前記処理容器内側に支持された載置台と、前記昇降台に形成した開口に気密に設けた透過窓と、前記昇降台に支持されると共に前記昇降台の下方に配置されて、放射した熱線を前記透過窓を介して前記載置台の裏面に照射する加熱ランプと、前記昇降台の上下移動を行う昇降台上下機構とを備えたことを特徴とする熱処理装置。

【請求項2】 前記昇降台と前記処理容器の底部との間には、前記処理容器内の気密性を保持しつつ前記昇降台の上下移動を許容するために伸縮可能になされた大口径のベローズが設けられることを特徴とする請求項1記載の熱処理装置。

【請求項3】 前記昇降台上下機構は、途中で前記昇降台のネジ孔に螺合されてその上端が前記処理容器の底部に回転自在に支持された昇降用ボールネジを有することを特徴とする請求項1または2記載の熱処理装置。

【請求項4】 真空引き可能になされた処理容器内の載置台上に被処理体を載置し、前記処理容器内の天井に設けたシャワーヘッド部から所定の処理ガスを前記処理容器内へ導入しつつ前記処理容器の底部側に設けた加熱ランプから放射した熱線を透過窓を介して前記載置台に照射して前記被処理体に所定の熱処理を施す熱処理方法において、前記載置台と前記透過窓と前記加熱ランプとを一体的に上下移動させて、前記載置台の異なる高さ位置にて異なる被処理体温度で異なる熱処理を行うようにしたことを特徴とする熱処理方法。

【請求項5】 天井部に所定の処理ガスを導入するシャワーヘッド部を有する処理容器内の載置台上に被処理体を載置し、前記処理容器の底部側に設けた加熱ランプからの熱線により前記載置台を照射しつつ前記被処理体に所定の熱処理を施す熱処理方法において、前記被処理体をリフトビンにより上下移動させて、前記載置台の異なる高さ位置にて異なる被処理体温度で異なる熱処理を行うようにしたことを特徴とする熱処理方法。

【請求項6】 前記異なる熱処理は、前記被処理体を上昇させた上昇位置において前記被処理体に低温の熱処理を施す低温熱処理工程と、前記被処理体を降下させた降下位置において前記被処理体に高温の熱処理を施す高温熱処理工程とを少なくとも含むことを特徴とする請求項4または5記載の熱処理方

法。

【請求項7】 前記低温熱処理工程と前記高温熱処理工程との間に、前記被処理体を前記上昇位置と前記降下位置との間に位置させた状態で前記被処理体に前記低温から前記高温の範囲内の中温で熱処理を施す中温熱処理工程を行うことを特徴とする請求項6記載の熱処理方法。

【請求項8】 前記低温熱処理工程は前記被処理体の表面に金属酸化膜を形成する成膜工程であり、前記中温熱処理工程は前記金属酸化膜を改質する改質工程であり、

前記高温熱処理工程は前記改質された金属酸化膜を結晶化する結晶化工程であることを特徴とする請求項7記載の熱処理方法。

【請求項9】 前記金属酸化膜は、タンタル酸化膜であることを特徴とする請求項8記載の熱処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば金属酸化膜などの成膜処理、改質処理及び結晶化処理等の異なる温度帯域の熱処理を1つの装置で行うことが可能な熱処理装置及び熱処理方法に関する。

【0002】

【従来の技術】一般に、半導体デバイスを製造するには、半導体ウエハに成膜処理やパターンエッチング処理を繰り返して行なって所望のデバイスを製造するが、中でも成膜技術は半導体デバイスが高密度化及び高集積化するに伴ってその仕様が年々厳しくなっており、例えばデバイス中のキャパシタの絶縁膜やゲート絶縁膜のように非常に薄い酸化膜などに対しても更なる薄膜化が要求され、これと同時に更に高い絶縁性が要求されている。

【0003】これらの絶縁膜としては、シリコン酸化膜やシリコンナイトライド膜等を用いることができるが、最近にあっては、より絶縁特性の良好な材料として、金属酸化膜、例えば酸化タンタル(Ta_2O_5)等が用いられる傾向にある。この金属酸化膜は、酸化膜換算膜として薄くても信頼性の高い絶縁性を発揮するが、この金属酸化膜の成膜後に、この表面の改質処理を施し、更に、これを結晶化することにより絶縁性を大幅に向上させることができることが発見され、特開平2-283022号公報にその技術が開示されている。

【0004】この金属酸化膜を形成するには、例えばタンタル酸化膜を形成する場合を例にとりて説明すると、まず、半導体ウエハを成膜装置内に搬入して上記公報に開示されているように成膜用の原料として、タンタルの金属アルコキシド($Ta(OC_2H_5)_5$)を用い、これを窒素ガス等でバブリングしながら供給して半導体ウエハを例えば450℃程度のプロセス温度に維持し、真空雰囲気下でCVD(Chemical Vapor Deposition)によりタンタル酸化膜(Ta_2O_5)を積層させている。

【0005】そして、必要に応じて更なる絶縁特性の向上を図る場合には、この半導体ウエハを、改質装置内へ搬入してオゾンを含む雰囲気中の大気圧下でこれに水銀ランプから紫外線を照射することにより活性酸素原子を発生させ、この活性酸素原子を用いて上記タンタル酸化膜を改質する。この改質処理時の半導体ウエハの温度は、例えば600℃程度である。次に、改質処理が完了した半導体ウエハを結晶化装置へ搬入して、ここで酸素雰囲気中にてウエハを例えば750℃程度まで加熱し、これにより上記改質されたタンタル酸化膜を結晶化し、これにより一層、特性の良好な絶縁膜を得ている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述のように絶縁膜の特性を向上させることも重要であるが、これと同時に、品質の良好なデバイスを多量に製造する上から生産性、すなわちスループットが大きいことが必要であるが、上述した従来の装置では、一連の処理を完了するために、成膜装置と改質装置と結晶化装置の3台の熱処理装置が用いられる。このために、1つの処理を終了する毎に半導体ウエハを次の熱処理装置へ移し変えることが必要であり、この結果、スループットが大幅に低下するのみならず、3種類の熱処理装置を必要とすることから大幅な設備コストも余儀なくされていた。そこで、成膜処理と改質処理とを同一の処理容器内で行う技術が、例えば特開平9-153491号公報、特開平10-182300号公報等において提案されている。

【0007】この場合には、成膜処理と改質処理の2つの処理を同一の処理容器内で行うことから、スループットの向上及び設備コストの削減の上からは好ましい。しかしながら、成膜処理と改質処理とではプロセス温度がかなり異なることから、成膜処理時に処理容器の内面側に付着した不要な膜が上記2つの処理のプロセス温度差に起因して剥がれ易くなり、これがパーティクルとなって飛散し易くなる、といった問題点があった。特に、ガス導入手段としてシャワーヘッド部を用いた熱処理装置にあっては、このシャワーヘッド部の表面に付着した不要な膜が、2つの処理のプロセス温度差に起因してより剥がれ易くなる、といった問題があった。

【0008】また、上記成膜処理と改質処理に加えて、結晶化処理も同一の熱処理装置内で行う試みもあるが、この結晶化処理のプロセス温度は、上記成膜処理や改質処理のプロセス温度よりも更に高いので、上記した問題点がより顕在化する結果となり、実現に至っていない。本発明は、以上のような問題点に着目し、これを有効に解決すべく創案されたものである。本発明の目的は、被処理体を加熱する加熱ランプと被処理体を載置台とを一体的に上下動可能とすることにより、シャワーヘッド部の温度変化を抑制したまま異なるプロセス温度で被処理体に対して異なる熱処理を施すことが可能な熱処理装置及び熱処理方法を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】請求項1に係る発明は、真空引き可能になされて底部に大口径の底部開口を有する処理容器と、前記処理容器の天井部に設けられて前記処理容器内に所定の処理ガスを導入するシャワーヘッド部と、前記底部開口に対して気密に昇降可能に設けられた昇降台と、処理すべき被処理体を載置するために前記昇降台により前記処理容器内側に支持された載置台と、前記昇降台に形成した開口に気密に設けた透過窓と、前記昇降台に支持されると共に前記昇降台の下方に配置されて、放射した熱線を前記透過窓を介して前記載置台の裏面に照射する加熱ランプと、前記昇降台の上下移動を行う昇降台上下機構とを備えたことを特徴とする熱処理装置である。これにより、載置台と加熱ランプとを昇降台に取り付けているので、これらを一体的に上下移動させてシャワーヘッド部に接近及び離間させることができ、結果的に、シャワーヘッド部に対して温度変化をほとんど生ぜしめることなく、上記被処理体に対して異なる温度にて異なる熱処理を連続的に施すことが可能となる。

【0010】従って、用いる熱処理装置の種類を減少させることができるので、設備コストを削減できるのみならず、被処理体を処理毎に移し変える必要がないので、その分、スループットも向上させることが可能となる。この場合、例えば請求項2に規定するように、前記昇降台と前記処理容器の底部との間には、前記処理容器内の気密性を保持しつつ前記昇降台の上下移動を許容するために伸縮可能になされた大口径のベローズが設けられている。また、例えば請求項3に規定するように、前記昇降台上下機構は、途中に前記昇降台のネジ孔に螺合されてその上端が前記処理容器の底部に回転自在に支持された昇降用ボールネジを有する。

【0011】請求項4に規定する発明は、上記装置発明を用いて行われる方法発明を規定したものであり、すなわち、真空引き可能になされた処理容器内の載置台上に被処理体を載置し、前記処理容器内の天井に設けたシャワーヘッド部から所定の処理ガスを前記処理容器内へ導入しつつ前記処理容器の底部側に設けた加熱ランプから放射した熱線を透過窓を介して前記載置台に照射して前記被処理体に所定の熱処理を施す熱処理方法において、前記載置台と前記透過窓と前記加熱ランプとを一体的に上下移動させて、前記載置台の異なる高さ位置にて異なる被処理体温度で異なる熱処理を行うようにしたことを特徴とする熱処理方法である。

【0012】また、請求項5に規定する発明は、従来の熱処理装置を用いて行われる方法発明を規定したものであり、すなわち、天井部に所定の処理ガスを導入するシャワーヘッド部を有する処理容器内の載置台上に被処理体を載置し、前記処理容器の底部側に設けた加熱ランプからの熱線により前記載置台を照射しつつ前記被処理体

に所定の熱処理を施す熱処理方法において、前記被処理体をリフトピンにより上下移動させて、前記載置台の異なる高さ位置にて異なる被処理体温度で異なる熱処理を行うようにしたことを特徴とする熱処理方法である。ここで、例えば請求項6に規定するように、前記異なる熱処理は、前記被処理体を上昇させた上昇位置において前記被処理体に低温の熱処理を施す低温熱処理工程と、前記被処理体を降下させた降下位置において前記被処理体に高温の熱処理を施す高温熱処理工程とを少なくとも含んでいる。

【0013】また、例えば請求項7に規定するように、前記低温熱処理工程と前記高温熱処理工程との間に、前記被処理体を前記上昇位置と前記降下位置との間に位置させた状態で前記被処理体に前記低温から前記高温の範囲内の中温で熱処理を施す中温熱処理工程を行う。また、例えば請求項8に規定するように、前記低温熱処理工程は前記被処理体の表面に金属酸化膜を形成する成膜工程であり、前記中温熱処理工程は前記金属酸化膜を改質する改質工程であり、前記高温熱処理工程は前記改質された金属酸化膜を結晶化する結晶化工程である。更に、例えば請求項9に規定するように、前記金属酸化膜は、タンタル酸化膜である。

【0014】

【発明の実施の形態】以下に本発明に係る熱処理装置及び熱処理方法の一実施例を添付図面に基いて詳述する。図1は本発明に係る熱処理装置を示す断面構成図、図2はシャワーヘッド部と載置台との間の距離の変化の様態を示す模式図、図3は各熱処理工程の温度状態と投入電力を説明する図である。ここでは、金属酸化膜としてタンタル酸化膜をCVDにより成膜し、更にこれを改質及び結晶化する場合を例にとって説明する。また、本実施例で用いられる“低温熱処理”、“中温熱処理”及び“高温熱処理”は各処理間の温度関係を表したものであり、絶対的な温度を意味するものではない。

【0015】まず、この熱処理装置2は、図1に示すように例えばアルミニウムにより筒体状に成形された処理容器4を有している。この処理容器4の底部6には、図示しない排気口が設けられて、処理容器4内を真空引き可能としている。この処理容器4の天井部には、リング等のシール部材8を介してシャワーヘッド部10が設けられており、この処理容器4内へ所望する各種の処理ガスを導入し得るようになっている。また、この処理容器4の側壁には、開閉可能になされたゲートバルブ12が設けられており、これを開閉して処理容器4内に対して被処理体としての半導体ウエハWを搬出入できるようになっている。

【0016】そして、この処理容器4の底部6の中央部には、円形状に大口径の底部開口14が形成されており、この底部開口14の下方には、板状の昇降台16が上記底部開口14に対して昇降可能に設けられている。

具体的には、上記底部開口14の周縁部の容器底部6の裏面と上記昇降台16の上面との間に、伸縮可能になされた大口径の金属性のベローズ18が介在されており、上記処理容器4内の気密性を維持しつつこの昇降台16の上下移動を許容している。そして、この昇降台16を昇降させるために、この周縁部には昇降台上下機構20が設けられている。具体的には、この昇降台上下機構20は、上端が上記容器底部6に軸受22でもって回転可能に支持されて上下方向に延びる昇降用ボールネジ24を有している。図示例では2本の昇降用ボールネジ24が記載されているが、実際には、容器周方向に略等間隔で3本以上、ここでは例えば3本設けられている。そして、この昇降用ボールネジ24の途中には、上記昇降台16に設けたネジ孔26が螺合されており、この昇降用ボールネジ24を同期させて正逆回転させることによって、上記昇降台16を上下移動（昇降移動）し得るようになっている。この昇降用ボールネジ24を正逆回転させるために、各昇降用ボールネジ24の下端部は、昇降用モータ26に連結されている。この各昇降用モータ26は図示しないが固定ベースにて固定されている。尚、昇降用モータ26は複数設けずに一台だけ設けるようにし、この昇降用モータ26と各昇降用ボールネジ24間にベルト等を掛け渡してこれらを同期させて正逆回転し得るようにしてもよい。

【0017】そして、この昇降台16に、半導体ウエハWを載置する載置台28とこれを加熱する加熱ランプ30が設けられる。具体的には、上記昇降台16の上面からは、例えば複数本の支柱32が起立されており、この上端に、例えばカーボン素材、AlNなどのセラミック等よりなる薄板状の上記載置台28が設けられる。この載置台28の直径は、上記底部開口14の直径よりも僅かに小さく設定されており、この底部開口14を通過して上下移動するようになっている。尚、上記支柱32に代えて、内面が反射面となった円筒体状のリフレクタを設けて、この上端に上記載置台28を支持させるようにしてもよい。

【0018】そして、上記昇降台16には、上記載置台28の直下に対応させて開口34が形成されており、この開口34にリング等のシール部材36を介して例えば石英ガラス等よりなる肉厚な透過窓38が気密に設けられている。この透過窓38の下方には、上記透過窓38を囲むように箱状の加熱室40を区画形成するために加熱室区画壁42が上記昇降台16の下面に接続して設けられている。この加熱室40内には加熱手段として複数個の上記加熱ランプ30が反射鏡も兼ねる回転台44に取り付けられており、この回転台44の回転軸46は軸受48を介して上記加熱室区画壁42の底部を貫通し、この加熱室40の下部に設けた回転モータ50により回転される。従って、この加熱ランプ30より放出された熱線は、上記透過窓38を透過して載置台28の下

面を照射してこれを加熱し得るようになっている。

【0019】また、載置台28の下方には、複数本、例えば石英よりなる3本のリフトピン52（図示例では2本のみ記す）が起立させて設けられており、このリフトピン52の基部は、一緒に上下動可能なように互いに例えば石英製の環状結合部材54により結合されている。この環状結合部材54は、上記昇降台16を貫通して垂直に延びた押し上げ棒56の上端に係合されている。かくして、押し上げ棒56により上下動させることにより、上記リフトピン52を載置台28に貫通させて設けたリフトピン穴58に挿通させてウエハWを持ち上げ得るようになっている。上記押し上げ棒56の貫通部には、処理容器4内の気密状態を保持するために伸縮可能なベローズ60が介在されると共にこの押し上げ棒58の下端はこれを上下動するアクチュエータ62に接続されている。このアクチュエータ62は、固定具64によって昇降台16側へ接続されている。従って、昇降台16側に取り付けた載置台28、加熱ランプ30、透過窓38、リフトピン52等は、昇降台16の昇降に伴って一体的に上下移動するようになっている。

【0020】一方、処理容器4の天井部に設けたシャワーヘッド部10は、本出願人が先に特開平10-79377号公報で開示した構造と同様に形成されている。すなわち、シャワーヘッド部10は載置台28の上面の略全面を覆うように対向させて設けられ、載置台28との間に処理空間Sを形成している。このシャワーヘッド部10は処理容器4内に成膜用の原料ガス、改質ガスのオゾン、結晶化時の酸素等をシャワー状に導入するものであり、シャワーヘッド部10の下面の噴射面66にはガスを噴出するための多数の噴射孔68A、68Bが形成される。このシャワーヘッド部10内は、原料ガス用ヘッド空間70Aと通常ガス用ヘッド空間70Bとに2つに区画されており、原料ガス用ヘッド空間70Aには、例えばヘリウム等の不活性ガスよりなるキャリアガスで気化された気化状態の金属酸化膜原料、例えば金属アルコキシド（ $\text{Ta}(\text{OC}_2\text{H}_5)_5$ ：ペンタエトキシタンタル）を流量制御可能に導入するようになっている。また、通常ガス用ヘッド空間70Bには、酸素やオゾン（ O_3 ）等を選択的に、或いは同時に、それぞれ流量制御可能に導入するようになっている。そして、上記噴射孔68A、68Bは、原料ガス用ヘッド空間70Aに連通される原料ガス用噴射孔68Aと通常ガス用ヘッド空間70Bに連通される通常ガス用噴射孔68Bの2つの群に分けられており、成膜時には両噴射孔68A、68Bから噴出された原料ガスと通常ガスを処理空間Sにて混合して、いわゆるポストミックス状態で供給するようになっている。尚、ガス供給方式は、このポストミックスに限らず、シャワーヘッド部内で両ガスを予め混合させるようにしてもよい。また、改質処理時や結晶化処理時には、通常ガス用噴射孔68Bからはオゾ

ンや酸素が供給されるが、原料ガスは供給しない。

【0021】また、シャワーヘッド部10の側壁にはこの部分の温度を原料ガスの分解を防止するために、例えば140～175℃程度に冷却するための冷却ジャケット72が設けられており、これに60℃程度の冷媒、例えば温水を流すようになっている。また、処理容器4の側壁にも、壁面を冷却するために例えば冷媒を流す冷却ジャケット74が設けられており、これに例えば60℃程度の温水を冷媒として流し、側面を原料ガスが液化しないで、且つ熱分解しない温度、例えば140～170℃の範囲内に維持するようになっている。

【0022】次に、以上のように構成された熱処理装置を用いて行われる本発明方法について、図2及び図3も参照して説明する。本発明方法の特徴は、シャワーヘッド部10の温度変化を抑制するために、昇降台16に保持した前記載置台と前記透過窓と前記加熱ランプとを一体的に上下移動させて、前記載置台の異なる高さ位置にて異なる被処理体温度で異なる熱処理を行うようにした点である。具体的には、ここでは載置台28の上昇位置において成膜を行う低温熱処理工程を実施し、中間位置において改質を行う低温熱処理工程を実施し、降下位置において結晶化を行う高温熱処理工程を実施する。図2中において、図2（A）は低温熱処理時の載置台位置を示し、図2（B）は中温熱処理時の載置台位置を示し、図2（C）は高温熱処理時の載置台位置を示す。また、図3中においては、シャワーヘッド部10の温度と、半導体ウエハWの温度と、加熱ランプ30への投入電力の変化を示している。

【0023】＜低温熱処理工程（成膜工程）＞まず、真空状態に維持された処理容器4内に、図示しないトランスファチャンバやロードロック室側から開放されたゲートバルブ12を介して未処理の半導体ウエハWを搬入し、リフトピン52を上下動することによってこのウエハWを載置台28上に載置する。そして、昇降台上下機構20を駆動して昇降用ボールネジ24を回転させることにより、ここでは昇降台16を上昇移動させて載置台28、透過窓38及び加熱ランプ30等を一体的に上方に動かして、図2（A）に示すようにシャワーヘッド部10と載置台28との間の距離を予め定められたH1に設定する。この時の載置台28の位置を上昇位置とする。

【0024】そして、加熱ランプ30を駆動して半導体ウエハWを所定の温度まで昇温して維持し、シャワーヘッド部10から原料ガスと O_2 ガスを処理空間Sに供給しつつこの処理容器4内を真空引きして所定のプロセス圧力に維持する。これにより、金属酸化膜の成膜処理を行う。この場合、液体原料である $\text{Ta}(\text{OC}_2\text{H}_5)_5$ は気化器により気化して供給され、また、この供給系は原料ガスの再液化防止のために周知のように所定の温度、例えば160℃程度に予熱されている。シャ

ワーヘッド部10の原料ガス用ヘッド空間70Aに流れ込んだ原料ガスは、これより噴射面66に設けた原料ガス用噴射孔68Aから処理空間Sに供給されることになる。

【0025】一方、シャワーヘッド部10の通常ガス用ヘッド空間70Bに到達したO₂ガスはこれより噴射面66に設けた通常ガス用噴射孔68Bから処理空間Sに供給されることになる。このように処理空間Sに噴出された原料ガスとO₂ガスは、この処理空間Sで混合されて反応し、ウエハ表面に、例えば酸化タンタル膜(Ta₂O₅)を堆積し、成膜することになる。

【0026】この時のウエハ温度は400～500℃の範囲内、例えば480℃程度であり、シャワーヘッド部10の表面温度は例えば150℃程度である。また、シャワーヘッド部10と載置台28との間の距離H1は、例えば1.5～2.5cm程度である。この場合、上述したようにシャワーヘッド部10と載置台28との間の距離H1は、非常に小さくて両者は接近しているため、原料ガスは有効に成膜反応に寄与し、効率的に成膜を行うことができる。また、上記距離H1は、シャワーヘッド部10の冷却ジャケット72の冷却能力と成膜時のプロセス温度であるウエハWの温度とを考慮して、シャワーヘッド部10の表面温度がこれにできるだけ不要な膜が付着しないような温度、例えば150℃になるように予め定める。

【0027】尚、この成膜処理中において、シャワーヘッド部10を冷却してこの表面に膜が堆積しないように工夫しているとはいえ、この表面に僅かに不要な膜が堆積することは避けられない。以上のようにして、所定の時間だけ成膜工程を行って所定の膜厚のタンタル酸化膜を堆積させたならば、原料ガス及び酸素(O₂)の供給を停止し、次に中温熱処理工程である改質工程へ移行する。

【0028】<中温熱処理工程(改質工程)>まず、加熱ランプ30への投入電力を図3に示すように増大して改質処理のプロセス温度である600～700℃の範囲内である所定の温度、例えば650℃まで短時間で昇温する。この時、載置台28の位置を固定したままにしておくと、シャワーヘッド部10は冷却ジャケット72により冷却されているとはいえ、シャワーヘッド部10の表面は温度上昇する傾向にあるので、このシャワーヘッド部10の表面温度が上昇するのを抑制して、例えば略150℃を維持させるために、昇降台上下機構20を駆動して昇降台16を降下させることにより、図2(B)に示すようにシャワーヘッド部10と載置台28との間の距離をH2まで拡大して両部材間の間隔を広げる。この時のシャワーヘッド部10の温度変化を抑制するためのこの距離H2は、この改質処理時のプロセス条件に応じて予め求められており、例えば7～10cm程度が好ましい。また、この時の載置台28の位置を中間位置と

する。

【0029】そして、このようにウエハWの温度を改質用のプロセス温度に維持しつつシャワーヘッド部10からオゾン(O₃)を供給し、処理容器4内を所定のプロセス圧力に維持してタンタル酸化膜の改質処理を行う。このオゾンは例えば図示しないオゾン発生器により発生させることができ、また、このオゾンはシャワーヘッド部10からではなく、別途、処理容器4の側壁にオゾン供給ノズルを設けるなどしてこれより供給するようにしてもよい。この供給されたオゾンの作用により多量の活性酸素原子が発生し、これにより、ウエハ表面のタンタル酸化膜中に十分に酸素が供給されてタンタル酸化膜が改質されることになる。

【0030】この改質中における処理容器4の圧力は、133Pa～79800Pa(1～600Torr)の範囲内に設定する。この範囲外の圧力では、改質の進行が遅かったり、或いは十分でなく、金属酸化膜の絶縁耐圧が低下してしまう。また、改質プロセス時のウエハ温度は、金属酸化膜の結晶化温度よりも低い温度、例えば600～700℃の範囲内に設定する。ウエハ温度が600℃よりも小さい場合は、絶縁耐圧が十分でなく、また、700℃を越えると、金属の結晶化温度が720～800℃程度であることから、結晶化により十分な改質を得ることができない。

【0031】この改質処理時には、紫外線を併せて照射するようにしてもよく、これによれば、改質効率を向上させることができる。このように改質処理を行うことにより、シャワーヘッド部10の表面には温度変化がほとんど生じていないので、従来装置にて、熱伸縮差等に起因して剥離していたヘッド面の不要な膜が本発明装置では熱伸縮差がほとんど生じないことから剥離せずにパーティクルが発生する恐れもほとんど生じない。以上のようにして、所定の時間だけ改質工程を行ったならば、オゾンの供給を停止し、次に高温熱処理工程である結晶化工程へ移行する。

【0032】<高温熱処理工程(結晶化工程)>まず、加熱ランプ30への投入電力を図3に示すように更に増大して結晶化処理のプロセス温度である720～800℃の範囲内である所定の温度、例えば750℃まで短時間で昇温する。この時、載置台28の位置を固定したままにしておくと、前述した改質処理の時にも説明したようにシャワーヘッド部10は冷却ジャケット72により冷却されているとはいえ、シャワーヘッド部10の表面は温度上昇する傾向にあるので、このシャワーヘッド部10の表面温度が上昇するのを抑制して、例えば略150℃を維持させるために、昇降台上下機構20を駆動して昇降台16を更に降下させることにより、図2(C)に示すようにシャワーヘッド部10と載置台28との間の距離をH3まで拡大して両部材間の間隔を更に広げる。この時のシャワーヘッド部10の温度変化を抑制す

るためのこの距離H3は、この結晶化処理時のプロセス条件に応じて予め求められており、例えば10～15cm程度が好ましい。また、この時の載置台28の位置を降下位置とする。

【0033】そして、このようにウエハWの温度を結晶化用のプロセス温度に維持しつつシャワーヘッド部10から酸素(O₂)を供給し、処理容器4内を所定のプロセス圧力に維持して前工程で改質されたタンタル酸化膜の結晶化処理を行う。このように、改質後のタンタル酸化膜を結晶化することにより、より電気的特性に優れた絶縁膜を得ることが可能となる。また、このように結晶化処理を行うことにより、シャワーヘッド部10の表面には、改質処理時と同様に温度変化がほとんど生じていないので、従来装置にて、熱伸縮差等起因して剥離していたヘッド面の不要な膜が本発明装置では熱伸縮差がほとんど生じないことから剥離せずにパーティクルが発生する恐れもほとんど生じない。

【0034】このようにして、半導体ウエハWに対して一連の処理が完了したならば、新たな未処理のウエハに対して、上述したと同様な処理工程を繰り返す行い、これにより多数枚のウエハに対して連続処理を行う。このように、本発明方法では温度が異なる熱処理を連続的に行う際に、加熱ランプ30への投入電力を変えてウエハのプロセス温度を変化させても、それに対応させてシャワーヘッド部10と載置台28(ウエハW)との間の距離を変化させてシャワーヘッド部10の表面温度を略一定の温度に維持するようにしているので、このシャワーヘッド部10の表面に付着している不要な膜が剥がれてパーティクルになることを大幅に抑制することが可能となる。

【0035】また、1台の熱処理装置にて、成膜処理、改質処理及び結晶化処理を連続的に行うようにしているので、ウエハの移し替えのための時間が不要になってスループットを向上できるのみならず、装置数も減少させることができ、その分、設備コストを抑制することが可能となる。尚、上記実施例では、本発明の理解を容易にするために典型的な例としてシャワーヘッド部10の表面温度が略150℃に一定になるように制御したが、実際にはある程度の温度範囲内、例えば±50℃程度の範囲内で温度変化しても、この温度変化に起因する不要な膜の剥離の発生を十分に抑制することができる。このため、プロセス温度差が非常に少ない改質処理と結晶化処理を行う際のウエハ位置(載置台位置)を同一高さ位置、例えば図3中の中間位置或いは降下位置、更には両者の間の位置で行うようにしてもよい。換言すれば、成膜処理時のシャワーヘッド部10の温度に対して、温度変化が±50℃程度で収まるような載置台高さ位置ならば、どこで他の処理を行ってもよい。上記熱処理方法は本発明の熱処理装置2を用いて実施した場合を例にとって説明したが、これに限定されず、図4に示すような従

来のランプ加熱式の枚葉式熱処理装置を用いても、上述した方法と類似する方法を行うことができる。

【0036】以下、この方法について説明する。図1に示す本発明の熱処理装置2と図4に示す熱処理装置80とが大きく異なる点は、従来の熱処理装置80には、昇降台16及びこれを昇降する昇降台上下機構20を設けておらず、載置台28、透過窓36、加熱ランプ30を、容器底部6に対して直接的、或いは間接的に固定しており、これらがシャワーヘッド部10に対して上下移動しない点である。ただし、リフトピン52は上下方向に長いストロークを得るために図1に示す装置例よりも長く設定しており、図4中の一点鎖線に示すようにウエハWを、載置台28の上方にて高い位置まで持ち上げ得るようになっている。尚、図4中において、図1中の構成と同一構成部分については同一参照符号を付して説明を省略する。

【0037】この装置例の場合には、最上段の一点鎖線82Aで示す位置が図2(A)中で示す上昇位置に対応し、中段の一点鎖線82Bで示す位置が図2(B)中で示す中間位置に対応し、更に載置台28上のウエハWの位置82Cが図2(C)中の降下位置に対応し、それぞれのポジションで対応した熱処理を行うことになる。この時の各熱処理工程の温度状態と投入電力の関係は図5に示されている。この場合には、加熱ランプ30の加熱室区画壁42が容器底部6に固定されていることから、この加熱ランプ30とシャワーヘッド部10の下面との間の距離が一定となる。従って、シャワーヘッド部10の表面の温度を略一定の温度である例えば150℃に維持しつつウエハ温度を各プロセスに対応させて変化させるためには、加熱ランプ30への投入電力を略一定に維持しつつ上述したようにリフトピン12でウエハWを上方の所定の位置に持ち上げてこのウエハWと載置台28との間の距離を適宜変えるようにすればよい。

【0038】この場合にも、先に説明した方法発明と同様な作用効果を発揮することができる。尚、この場合にも、シャワーヘッド部10の温度変化は±50℃以内で許容できるし、また、加熱ランプ30への投入電力も、上記シャワーヘッド部10に許容される温度変化の範囲内において変化させることが可能なのは勿論である。また、本実施例で用いた温度等の数値例は、単に一例を示したに過ぎず、処理態様に応じて変わるのは勿論である。また、ここでは、金属酸化膜として酸化タンタルを成膜する場合を例にとって説明したが、これに限定されず、他の金属酸化膜、例えば酸化チタン、酸化ジルコニウム、酸化バリウム、酸化ストロンチウムを形成する場合にも適用でき、原料はそれらの金属の金属アルコキシドを用いる。更に、上記した金属酸化膜以外には、酸化ニオブ、酸化ハフニウム、酸化イットリウム、酸化鉛等を形成する場合にも本発明を適用することができる。

【0039】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の熱処理装置及び熱処理方法によれば、次のように優れた作用効果を発揮することができる。載置台と加熱ランプとを昇降台に取り付けているので、これらを一体的に上下移動させてシャワーヘッド部に接近及び離間させることができ、結果的に、シャワーヘッド部に対して温度変化をほとんど生ぜしめることなく、上記被処理体に対して異なる温度にて異なる熱処理を連続的に施すことができる。従って、用いる熱処理装置の種類を減少させることができるので、設備コストを削減できるのみならず、被処理体を処理毎に移し変える必要がないので、その分、スループットも向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る熱処理装置を示す断面構成図である。

【図2】シャワーヘッド部と載置台との間の距離の変化の態様を示す模式図である。

【図3】各熱処理工程の温度状態と投入電力を説明する図である。

【図4】従来のランプ加熱式の枚葉式熱処理装置を示す

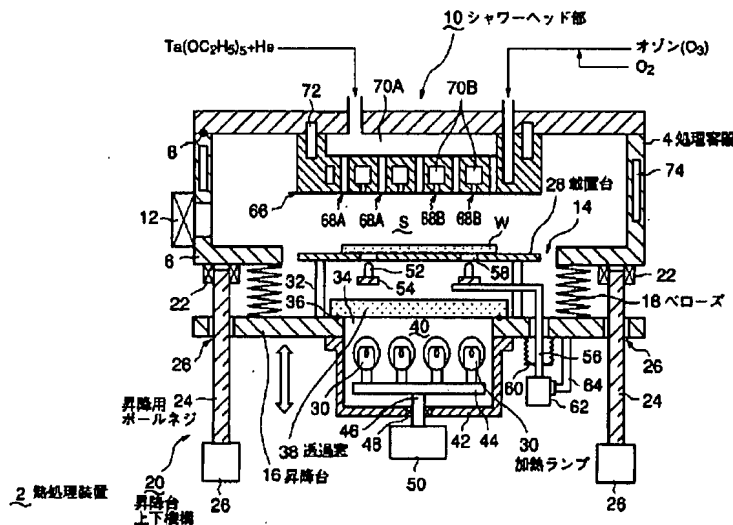
図である。

【図5】各熱処理工程の温度状態と投入電力の関係を示す図である。

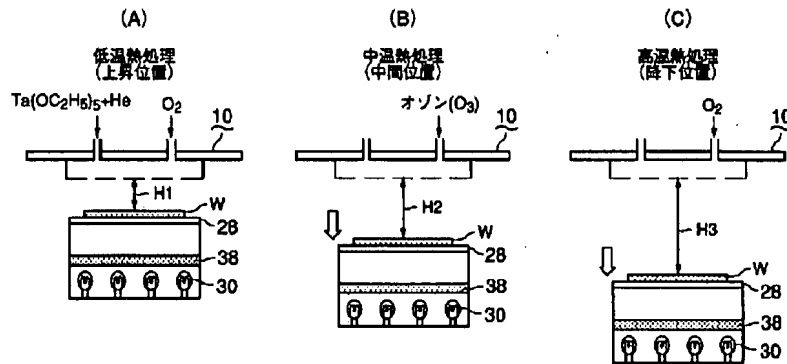
【符号の説明】

- 2 熱処理装置
- 4 処理容器
- 10 シャワーヘッド部
- 14 底部開口
- 16 昇降台
- 18 ベローズ
- 20 昇降台上下機構
- 24 昇降用ボールネジ
- 26 昇降用モータ
- 28 載置台
- 30 加熱ランプ
- 38 透過窓
- 70A 原料ガス用ヘッド空間
- 70B 通常ガス用ヘッド空間
- W 半導体ウエハ（被処理体）

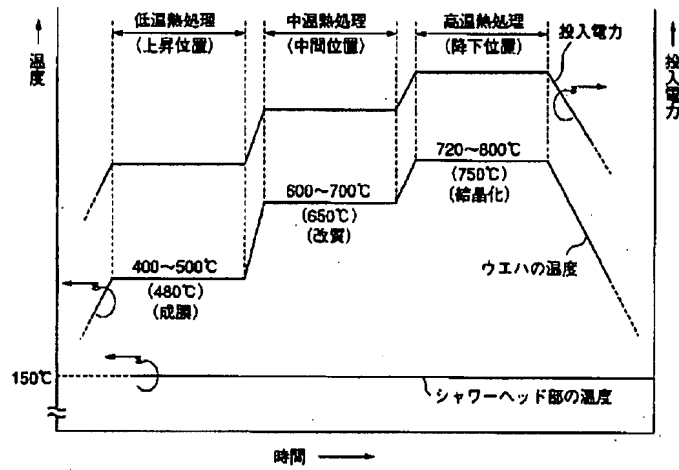
【図1】



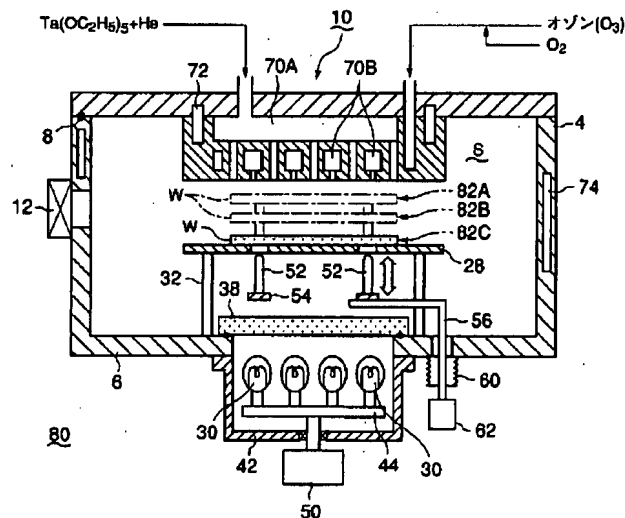
【図2】



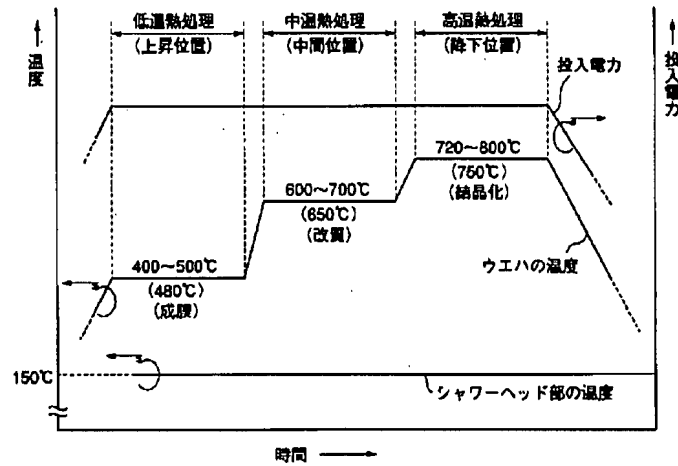
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

ターマコード' (参考)

F 2 7 B 5/13

F 2 7 B 5/13

5/14

5/14

5/16

5/16

H 0 1 L 21/26

H 0 1 L 21/316

P

21/316

21/26

G

(72)発明者 邵 寿潜

F ターム(参考) 4K030 AA11 AA14 BA17 BA42 BB01

東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放

CA04 CA12 DA09 EA06 FA10

送センター東京エレクトロン株式会社内

GA02 KA24

4K061 AA01 BA11 DA09 FA12 FA14

5F045 AA06 AB31 AC07 AC11 AC17

AD08 BB15 BB16 DP03 EK13

EK25

5F058 BA20 BC03 BF02 BH01